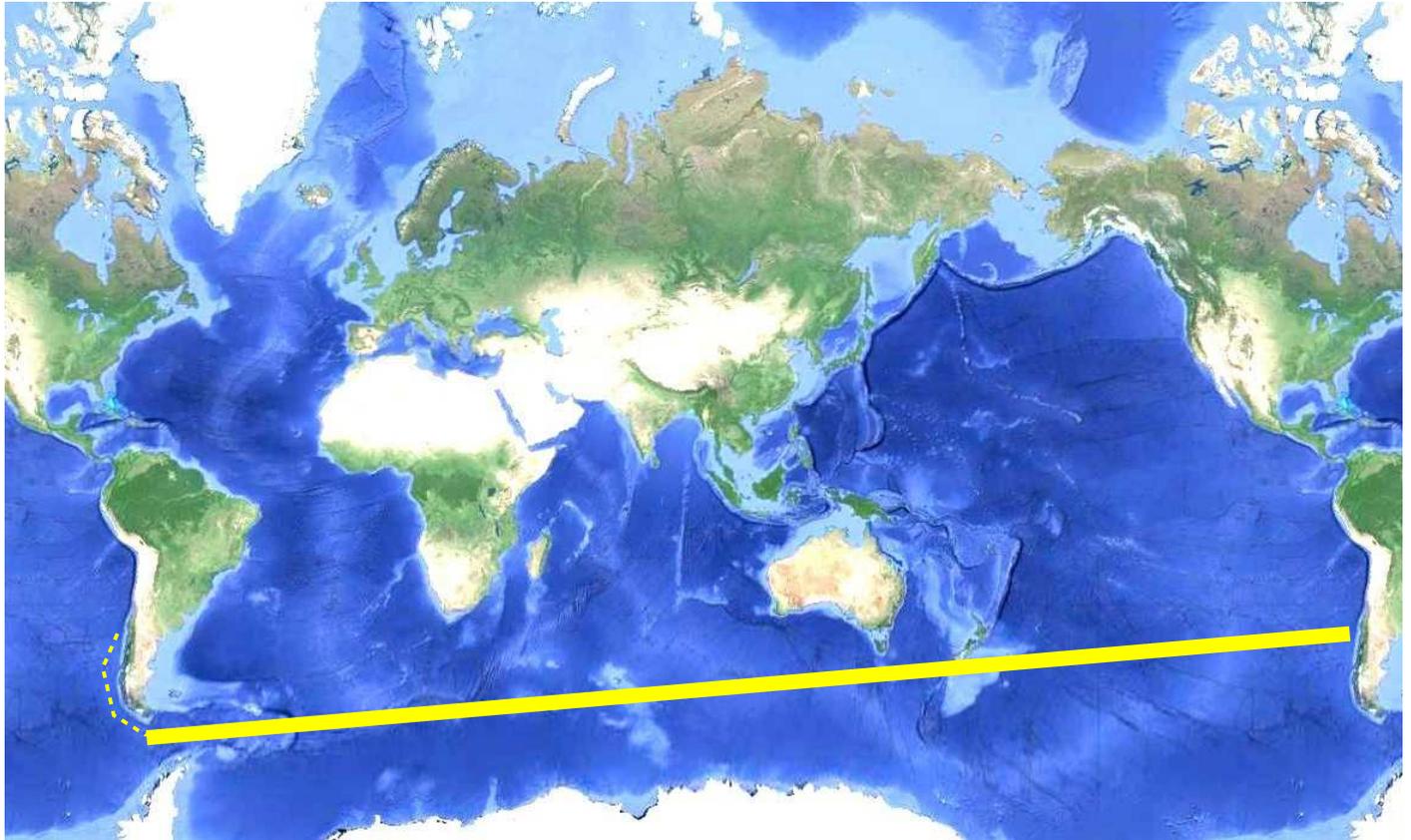


INTERROGATION DE NAVIGATION

<i>NOM</i>	<i>Cours : loxodromie, route-fond, distance, position</i>	20
<i>DUREE</i> 20 <i>minutes</i>	tout candidat pris en flagrant délit de fraude ou convaincu de tentative de fraude sera immédiatement exclu de la salle d'examen et risque l'exclusion temporaire ou définitive de toute école et d'une ou plusieurs sessions d'examen sans préjudice de l'application des sanctions prévues par les lois et règlements en vigueur réprimant les fraudes dans les examens et concours publics	



Un navire participe au Chili-Globe et prépare sa traversée du cap Horn à Valparaiso (Chili) :

cap Horn $\begin{cases} \varphi_1 = 56^\circ 09,2' S \\ G_1 = 067^\circ 52,7' W \end{cases}$

Valparaiso $\begin{cases} \varphi_2 = 32^\circ 59,4' S \\ G_2 = 071^\circ 36,8' W \end{cases}$

Loxodromie

- φ latitude
- G longitude
- Λ latitude croissante
- l variation de latitude
- g variation de longitude
- λ variation de latitude croissante
- m_{EW} distance pour une route E/W
- m_l distance loxodromique
- R_f route-fond
- R_{fq} route-fond-quart
- φ_m latitude moyenne

$$\Lambda(\varphi) = \frac{180}{\pi} \cdot \ln \left(\tan \left(45 + \frac{\varphi}{2} \right) \right) ; m_{EW} = 60 \cdot |g| \cdot \cos(\varphi_m)$$

calcul de route-fond et distance

$$l = \varphi_2 - \varphi_1 ; g = G_2 - G_1$$

$$\lambda = \Lambda(\varphi_2) - \Lambda(\varphi_1)$$

$$R_{fq} = \arctan \left| \frac{g}{\lambda} \right|^2$$

$$m_l = \frac{60 \cdot |l|}{\cos(R_{fq})}^3$$

calcul du point d'arrivée

$$l = \frac{m_l}{60} \cdot \cos(R_f)$$

$$\varphi_2 = \varphi_1 + l$$

$$g = -\lambda \cdot \tan(R_f)^1$$

$$G_2 = G_1 + g$$

formules approchées $\varphi_m = \frac{\varphi_2 + \varphi_1}{2}$

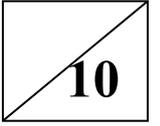
$$^2 R_{fq} = \arctan \left(\frac{|g| \cdot \cos(\varphi_m)}{|l|} \right)$$

$$^1 g = -\frac{m \cdot \sin(R_f)}{60 \cdot \cos(\varphi_m)}$$

$$^3 m_l = \frac{60 \cdot |g| \cdot \cos(\varphi_m)}{\sin(R_{fq})}$$

1

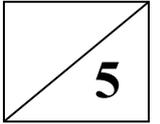
Calculer la route-fond R_f et la distance m loxodromiques du cap Horn à Valparaiso



$R_f =$	$m =$
---------	-------

Pour la suite, on considère que le navire suit une route-fond $R_f = 085,0^\circ$.

2 Calculer la latitude Φ_3 à laquelle le navire franchira le méridien $G_3 = 180^\circ W$

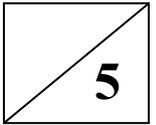


$\Phi_3 =$

Le premier voilier du classement suit une route-fond au $085,0^\circ$. Grâce à ses dérives à foils, il maintient une vitesse-fond moyenne de 20,0 nd depuis le passage au cap Horn. Après 8 jours, 88 heures, 888 minutes et 8 888 secondes de navigation, il déclenche sa balise de détresse. Les violentes éruptions solaires à ce moment saturent l'ionosphère et les signaux des satellites GPS sont masqués : sa balise ne peut pas calculer la position du sinistre.

3

Calculer les coordonnées géographiques de sa position estimée D à cet instant-là



$$D \begin{cases} \varphi_4 = \\ G_4 = \end{cases}$$

1 Calculer la route-fond R_f et la distance m loxodromiques du cap Horn à Valparaiso

10

$$l = \varphi_2 - \varphi_1 = +23^\circ 09,8' > 0 \Rightarrow N$$

$g = G_2 - G_1 = +3^\circ 44,1' > 0$ cela correspond à un voyage vers l'Est
or nous partons vers l'Est pour faire presque le tour de la
terre : $g = +3^\circ 44,1' - 360^\circ = -356^\circ 15,9'$

$$\lambda = \Lambda(\varphi_2) - \Lambda(\varphi_1) = (-34,9800) - (-68,1730) = +33,192^\circ$$

$$R_{FQ} = \arctan \left| \frac{g}{\lambda} \right| = N 84,677^\circ E$$

$$R_F = R_{FQ} = 084,7^\circ$$

$$m = \frac{60 \cdot |l|}{\cos R_{FQ}} = 14\,981,5 M$$

$$R_f = 084,7^\circ$$

$$m = 14\,981,5 M$$

Pour la suite, on considère que le navire suit une route-fond $R_f = 085,0^\circ$.

2 Calculer la latitude φ_3 à laquelle le navire franchira le méridien $G_3 = 180^\circ W$



pour chercher un point intermédiaire sur une route loxodromique on utilise la formule $g = -\lambda \cdot \tan R_f$
des cap Horn vers le méridien $180^\circ W$

$g = (+180^\circ) - (+067^\circ 52,7') = +112^\circ 07,3' > 0$ ce qui correspond à
un voyage vers l'Ouest alors que nous souhaitons partir
vers l'Est : $g = +112^\circ 07,3' - 360^\circ = -247^\circ 52,7'$

$$\lambda = \frac{-g}{\tan R_f} = +21,687^\circ$$

$$\Lambda(\varphi_3) = \Lambda(\varphi_1) + \lambda = (-68,173^\circ) + (+21,687^\circ) = -46,487^\circ$$

$$\varphi_3 = 2 \cdot \left(\arctan \left(\exp \left(\frac{\pi \cdot \Lambda(\varphi_2)}{180} \right) \right) - 45 \right) = -42^\circ 05,6'$$

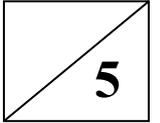
$$\varphi_3 = 42^\circ 05,6' S$$

$$\varphi_3 = 42^\circ 05,6' S$$

Le premier voilier du classement suit une route-fond au $085,0^\circ$. Grâce à ses dérives à foils, il maintient une vitesse-fond moyenne de 20,0 nd depuis le passage au cap Horn. Après 8 jours, 88 heures, 888 minutes et 8888 secondes de navigation, il déclenche sa balise de détresse. Les violentes éruptions solaires à ce moment saturent l'ionosphère et les signaux des satellites GPS sont masqués : sa balise ne peut pas calculer la position du sinistre.

3

Calculer les coordonnées géographiques de sa position estimée D à cet instant-là



$$\Delta t = 8 \times 24 + 88^h 888 \text{ min } 8888 \text{ s} = 297^h 16 \text{ min } 8 \text{ s}$$

$$m = V_f \cdot \Delta t = 20 \text{ nd} \cdot 297^h 16 \text{ min } 8 \text{ s} = 5945,4 \text{ M}$$

$$l = \frac{m}{60} \cdot \cos R_f = +8^\circ 38,2'$$

$$\varphi_4 = \varphi_1 + l = -47^\circ 31,0' = 47^\circ 31,0' \text{ S}$$

$$\lambda = \Lambda(\varphi_4) - \Lambda(\varphi_1) = (-54,141^\circ) - (-68,173^\circ) = +14,033^\circ$$

$$g = -\lambda \cdot \tan R_f = -160^\circ 23,7'$$

$$G_4 = G_1 + g = -092^\circ 31,0' = 092^\circ 31,0' \text{ E}$$

$$D \begin{cases} \varphi_4 = 47^\circ 31,0' \text{ S} \\ G_4 = 092^\circ 31,0' \text{ E} \end{cases}$$